

科学技術 トピックス

以下は科学技術専門家ネットワークにおける専門調査員の投稿（3月号は2003年2月8日より2003年3月7日まで）を中心に「科学技術トピックス」としてまとめたものです。センターにおいて、関連する複数の投稿をまとめ、また必要な情報を付加する等独自に編集するため、原則として投稿者の氏名は掲載いたしません。ただし、投稿をそのまま掲載する場合は、投稿者のご了解を得て、記名により掲載しています。

ライフサイエンス分野

① カイコ繭でのヒトコラーゲン融合タンパク質の生産が報告された

コラーゲンは生体組織構築やドラッグ・デリバリー・システム(DDS)用材料など多くの医学的応用がある重要なタンパク質である。現在、コラーゲンは牛の皮から採られているが、牛皮からのコラーゲンはアレルギー症状を起こすことがある。アレルギー発症リスクのより少ないコラーゲンを大量に供給する方法の開発が求められている。

カイコの繭を使ったヒトコラーゲンの大量供給につながる方法が広島大学の吉里勝利教授のグループから報告された(Nature Biotechnology, 21(1), 52-56, 2003)。本報告では、ヒトコラーゲンを絹フィブロインとの融合タンパク質としてカイコの繭に発現させた。融合タンパク質の量は、繭の全タンパク質の20%を越えた。融合タンパク質はクロマトグラフにより他の繭タンパク質から容易に分離することができるので、この方法は目的のタンパク質を得るには有効な生産方法であると考えられる。なお、絹繭の大量生産は特別な生産設備を必要とせ

ず、全世界で年間60,000トンが生産されている。

本報告では純粋なヒトコラーゲンタンパク質を生産するには至っていないが、この技術は医療用タンパク質の生産手段に新しい道を開く生産技術と言える。今後の研究進展で実用技術が開発され、安全な医療用タンパク質を大量に供給することにつながる報告として注目される。

(Advanced Synthesis & Catalysis Research (ACS化研) 藤原祐三氏、(株)ワイエスニューテクノロジー研究所 上田正次氏)

② 中国政府の組換え作物研究および実用化政策の方向

中国政府は組換え作物の種が農民に配布されたり、外資が組換え作物に投資したりすることを歓迎してきた。しかし、現在はこれらの行為について、むしろ警戒感を強めた行動をとりつつある。その一方で、遺伝子組換え植物の研究への投資は増加させている(Science,

298, 2317-2319, 2002)。

その例として、中国政府は、2002年11月、既に国内で開発され認可の申請中であった除草剤耐性のイネの商業的流通を拒絶した。また2002年3月には中国の農業ベンチャー企業への外資の投資を禁止している。

中国政府の言い分としては、遺伝子組換え作物の認可の厳格化は安全性の確認を徹底するためであり、外資の規制は、中国の在来品種に対して海外より持ち込まれる品種が悪影響を及ぼすのを防ぐため、外資が中国の国内市場に入るのを拒否する目的ではないといっている。

中国政府のこれらの施策について、たくましい貿易政策かもしれない、という見方をする外資企業もある。

一方、中国政府は研究に対する投資は大幅に増加させる計画であり、現行の農業バイオに関する研究の5年計画では2005年末には予算を5倍に増加させ、恐らく5億ドルにするであろうと観測されている。中国では30数ヶ所の研

用語説明

① Btワタ

土壌細菌 *Bacillus thuringiensis* (Bt) 由来の殺虫性タンパク質の遺伝子が導入されて害虫抵抗性を持ったワタ。

究機関が組換え植物の研究を行っている。

現在、中国では商業化が認められた遺伝子組換え作物は、ワタ2種、トマト2種、ペチュニア、ピーマンの計6種であり、そのうちのワタはモンサント社と中国科学

アカデミーがそれぞれ開発したBtワタ^①である。Btワタは中国では世界で4番目の生産量を占める成功作物となっている。

インディカイネのゲノム解析を先行させて遺伝子組換え植物の研究への投資を増やしている中国

が、遺伝子組換え作物の商業化を規制する方向に動き始めたのは意外であり、今後の動向に注目する必要がある。

(味の素㈱ 都河龍一郎氏)

情報通信分野

①体温を利用した熱発電によるバッテリーレス無線システムが開発される

いつでもどこでもネットワークと接続可能なユビキタス時代の携帯機器では、システムの一層の小型・低消費電力化が課題となり、今年のISSCCにおいてもLSIの様々な低消費電力化技術が取り上げられている。システムの小型化においては、他の部分に比べて容積が大きくなりやすい電源をいかに確保するかも重要な課題である。これまでの携帯機器では、一般的にはバッテリーを内蔵するかもしくはコイルを用いた電磁誘導、太陽光発電等によって電源を確保して来た。

これに対して、今回新たな電源技術がセイコーインスツルメン

ツ、セイコーエプソン、NTTマイクロシステムインテグレーション研究所の3社によって共同開発され、ISSCC2003において発表された。この技術は熱電変換素子であるペルチェ素子を用いて、体温による温度差から電力を得るものである。従来、熱電変換素子を用いた電力供給は発生電力が非常に微弱である等の課題があったが、SOI (Silicon On Insulator) 技術および極性反転を伴うスイッチト・キャパシタ型^(注1)の直流電圧変換回路を用いて解決した。実際には、素子の体温により温められる部分と周辺部との13℃の温度差から0.7Vの電圧を発生、ここから

1.6mWの電力を得て、1.0Vの電圧に変換し、周波数300MHz、距離5mでの無線通信が可能となっている。

ユビキタス・ネットワーク社会では、周囲のあらゆる物がネットワーク端末化すると言われている。今回のバッテリーを用いない電源技術は、これら多数の機器の電源を含めた小型化が期待出来る点で今後の展開が注目される。

なおこの技術は、新エネルギー・産業開発機構(NEDO)が委託する「極低電力情報端末用LSIの研究開発」プロジェクトの中で、上記3社が応用例として開発したものである。

(注1) 複数のキャパシタの接続を高速にスイッチで切り替えて、電圧変換を行う回路。コイルやトランスを使用しないのでLSI上で集積化が行いやすい。

環境分野

①バングラデッシュにおける米の深刻なヒ素汚染が報告される

バングラデッシュとインドに跨る西ベンガル地域では、多くの住民がヒ素に汚染された地下水を飲料水や生活用水に用いており、皮膚や内臓の疾患、さらには癌などの健康被害が懸念されている。すでに数十万人が皮膚疾患にかかっ

ていると見られ、こうした事態に世界保健機関(WHO)も強い警告を発している^(注2)。

これまで、地下水の汚染調査や飲用による健康影響に関しては様々な機関により実施されてきた。一方、バングラデッシュでは米が主食であり、地下水を水田の灌漑用水としても用いている。こ

のため、米にヒ素が蓄積し、これを摂取することによる人体へのヒ素吸入が懸念される。

今年1月、アバディーン大学のA. Mehargらの研究グループは、バングラデッシュ全域における水田土壌および米中のヒ素の濃度を測定し、米国化学会のEnvironmental Science & Technology誌

(注2) <http://www.who.int/inf-fs/en/fact210.html>

(Vol. 37(2), (2003)) に発表した。

これによれば、水田土壌中のヒ素濃度は、地下水中のヒ素濃度が高いほど、井戸の設置時期が古いほど高くなる傾向があるが、最高で非汚染地域の約5倍程度のヒ素濃度が検出された。また、米のヒ素濃度は、最大で $1.83 \mu\text{g/g}$ と非汚染地域に比べ1~2桁高かった。

さらに、同グループは、地下水と米の摂取によるヒ素吸入の割合

を計算している。結果は、両者のヒ素濃度によって異なるが、米の摂取による寄与は地下水の摂取による寄与と概ね同じオーダーであり、重要なヒ素吸入経路として考慮する必要性が明らかになった。

この地域は生活水準が低く、公衆衛生に対する意識も希薄であり、事態の把握や対策は遅れている。また、汚染されている地域は広く、表流水を地下水の代わりに

利用するための社会資本整備には膨大な資金がかかることなどから、解決の糸口を見出せないでいるのが現状である。わが国としても、この未曾有の状況の解決に向け、国際プロジェクトへの参加や、簡便で低コストのヒ素除去技術の開発などに積極的に取り組んでいくことが望まれる。

ナノテク・材料分野

①人工DNAの二重らせんの中心部に金属イオンをひも状に形成することに成功

DNAを人工的に修飾した人工DNAを医学・薬学分野だけではなく機能性高分子として材料分野に利用しようとする研究がすすめられている。

東京大学大学院理学系研究科の塩谷光彦教授らのグループは、二重らせんの形をしているDNAを鋳型に利用して、溶液中で銅イオンを二重らせんの中心部に1本のひも状に並べることに初めて成功

した (Science Vol.299, 21 Feb. 2003 pp.1212-1213)。

DNAは塩基が作る2本の鎖が一定間隔で水素原子を介してゆるやかに結合し、二重らせんを形成している。研究グループは、その水素を金属に置き換えることを考えた。まず、水素結合に使われる塩基の部分5カ所を、金属と結合しやすい高分子に置き換えた人工DNAを作成した。この人工DNAを銅イオンの水溶液に加えたところ、人工DNAが銅イオンを挟むように自動的に結合して二重らせんを作り、幅約2 nmの二重らせんの中心部に5つの銅イオンを

0.37nm間隔で一列に並ばせることに成功した。溶液中で金属を電荷を帯びたイオンの状態で並び方を制御することは難しく、ひも状にしたのは初めてである。

現在のところ二重らせん中の銅イオンの数は5個であるが、二重らせんの中心部を全て金属イオンでつなぐことができれば、二重らせんの中に一本の金属線が通ることになり、分子レベルの電線となる可能性があり、機能性高分子として材料の分野や、情報デバイスの分野への展開が期待される。

エネルギー分野

①米国で大規模な水素燃料関連イニシアチブが提案される

今日、各国は燃料電池自動車をはじめとする水素エネルギーシステムに関して、熾烈な研究開発競争を繰り広げているが、水素エネルギーシステムの普及には、燃料電池本体の技術開発のみならず、燃料となる水素の製造、貯蔵、輸送等に関する技術開発やインフラ整備も不可欠である。

1月末、米国ブッシュ大統領は

一般教書演説の中で、水素の製造・貯蔵・輸送、および関連インフラの研究開発を目的とするHydrogen FUEL イニシアチブ^(注3)を新規に発足させる方針を明らかにした。今後5年間で新規に7.2億ドルの予算を投入することとしている。

昨年、エネルギー省 (DOE) は、主に燃料電池自動車を中心とし

て、燃料を石油に頼らず、環境負荷物質の排出が少ない自動車の基盤的技術開発に関する官民パートナーシップであるFreedomCAR イニシアチブを発足させたが、Hydrogen FUEL イニシアチブはこれと平行し補完しあう位置付けとなっている。両イニシアチブ合わせて、2004年度予算では2.7億

(注3) 当初はFreedomFuel initiativeとアナウンスされたが、最近ではHydrogenFUEL initiative、または、FreedomCAR initiativeとあわせ、FreedomCAR and FUEL initiativeと呼ばれている。

ドルが要求されており、今後5年間で17億ドルが投入される方針である。

Hydrogen FUELイニシアチブの中心的課題の一つは、水素製造コストの低下である。2010年までに、ガソリン車とコスト競争力のある燃料電池自動車を開発するこ

とを目標としている。また、再生可能エネルギー、原子力エネルギー、石炭を利用した水素製造法の高度化研究も重点的に実施されることとなっている。

水素エネルギーは、トータルエネルギー効率の高さや環境負荷の小ささが利点として挙げられる

が、これらの程度は水素の製造・貯蔵・輸送・利用の方法によって大きく依存する。わが国においても、燃料電池技術の研究開発と平行して、水素燃料関連技術開発やインフラ整備を産官学連携して進めていく必要がある。

製造技術分野

①はんだの鉛フリー化を日米欧で2005年を目処に実現することで合意

性能を優先するか環境配慮を優先するかという議論において、電気・電子機器中の鉛はんだの置き換えは、常にその代表例として挙げられてきた。このように長年討議されつつも、全製品置き換えという実現性の点での困難さから先送りされてきたはんだの鉛フリー化に対して、いよいよ明確な実現時限が設定された。

EUで審議されてきた鉛を含む有害物質規制（RoHS）は、2002年10月に、欧州議会とEU閣僚理事会との間で、その施行時期を2006年7月1日とすることで合意した。これを受けて、日本業界を代表する(社)電子情報技術産業協会

(JEITA)、米国業界を代表する全米電子機器製造者協会（NEMI）、欧州業界を代表する国際錫研究所はんだ付け技術センター（SOLDERTEC）が、第二回鉛フリー世界サミット（2002年11月）において「鉛フリーはんだ実用化のワールドロードマップ（World Lead - free Soldering Roadmap）」を作成し、その骨子について以下のように合意した。(1)鉛フリーの定義：鉛フリー化すべき部位の鉛含有率を0.1wt%未満、(2)スケジュール：対応部品の品揃え完了＝2004年末、機器としての鉛フリー化完了＝2005年末（後続企業でも2年遅れ）、(3)推奨置き換え材料：Sn－Ag－Cu。また、鉛フリー対応製品には、補修・リサイクルのためになんらかの表示も検討されている。

この合意の結果、平均的メーカ

ーでの鉛フリー化実現時期は、2005年末になる見込みである。実現には、材料、実装、電子部品、機器など関連する多くの企業の協力が欠かせないが、今回のロードマップ合意は、具体的スケジュールや推奨材料を明示した点で、全製品置き換えへ向けて高く評価されるべき内容になっている。

なお、上記のEUにおける有害物質規制（RoHS）は、鉛・カドミウム・水銀・六価クロムの4種類の重金属を、原則として新しく製造する電気・電子製品には使わないことを指令しており、今後は鉛以外の金属使用でも同様の具体的検討が予想される。また今回の合意は、今後の新材料研究や新製品開発において、環境配慮が性能追求に優先されるべきという方向性を示したとも言える。